

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
26.09.2001 Bulletin 2001/39

(51) Int Cl.7: **G01C 5/06, G01S 5/14**

(21) Numéro de dépôt: **00201021.3**

(22) Date de dépôt: **22.03.2000**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
 Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

• **Etienne, Jean-Daniel**
2206 Les Geneveys-sur-Coffrane (CH)

(71) Demandeur: **ASULAB S.A.**
CH-2501 Bienne (CH)

(74) Mandataire: **Ravenel, Thierry Gérard Louis et al**
ICB,
Ingénieurs Conseils en Brevets SA,
7, rue des Sors
2074 Marin (CH)

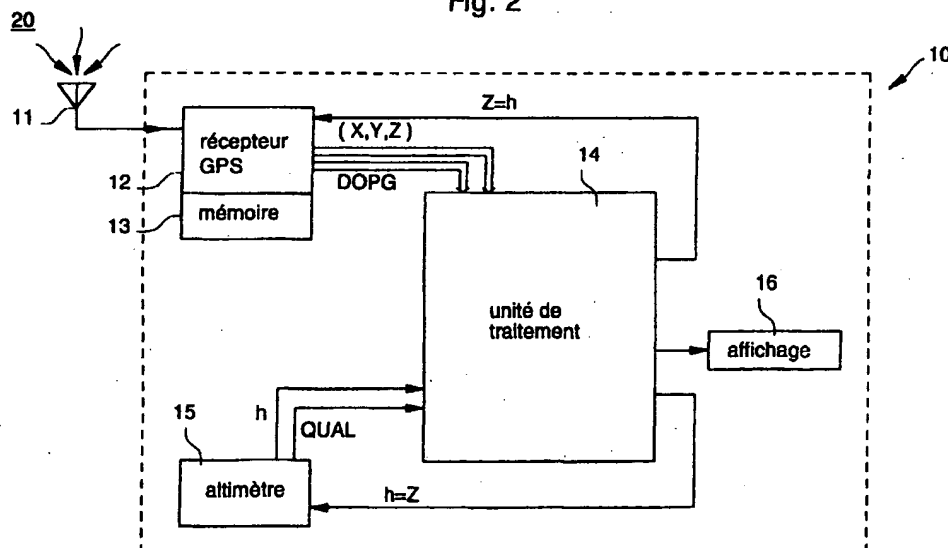
(72) Inventeurs:
 • **Farine, Pierre-André**
2003 Neuchâtel (CH)

(54) **Récepteur GPS portable utilisant un altimètre barométrique**

(57) Le dispositif portable (10) sert à la détermination des positions horizontale et verticale. Il comprend un altimètre (15) à capteur de pression calibré à une hauteur initiale prédéterminée, un récepteur de signaux GPS (12) agencé pour recevoir par une antenne (11) des signaux provenant de plusieurs satellites (20) afin de calculer des données de positions du dispositif, une unité de traitement (14) recevant les données de positions du récepteur (12) et une valeur de hauteur de l'altimètre (15), et des moyens d'affichage (16) des posi-

tions horizontale et verticale du dispositif traitées et fournies par l'unité de traitement. L'unité de traitement envoie au récepteur GPS un signal correspondant à la valeur de hauteur de l'altimètre calibré pour permettre au récepteur de déterminer, à l'aide de la valeur de hauteur, les données de positions du dispositif. Une mémoire (13) comprenant des données cartographiques et associée au récepteur GPS (12) peut fournir les données précises à l'unité de traitement (14) notamment pour le calibrage de l'altimètre.

Fig. 2



Description

[0001] L'invention concerne un dispositif portable pour la détermination des positions horizontale et verticale comprenant un altimètre à capteur de pression calibré à une hauteur initiale prédéterminée, un récepteur de signaux GPS agencé pour recevoir des signaux provenant de plusieurs satellites afin de calculer des données de positions du dispositif, une unité de traitement recevant les données de positions du récepteur et une valeur de hauteur de l'altimètre basée sur des mesures de pression du capteur de pression par rapport à la hauteur prédéterminée, et des moyens d'affichage des positions horizontale et verticale du dispositif traitées et fournies par l'unité de traitement, ainsi qu'un procédé pour la mise en action dudit dispositif.

[0002] L'altimètre peut être calibré grâce aux données fournies par le récepteur GPS selon un point géographique connu enregistré par exemple dans une mémoire qui peut lui être associée.

[0003] Une fois calibré le capteur de pression est capable de fournir des mesures de variations de pression pour pouvoir donner l'altitude précisément pendant une période de temps déterminée en fonction également des conditions météorologiques par exemple si le dispositif est utilisé pour une randonnée.

[0004] Actuellement, la connaissance de sa position géographique précise dans tout genre d'activités, que ce soit par exemple au niveau professionnel ou lors de loisirs, est devenu un besoin pour une majorité de personnes. Ce besoin s'est fait surtout ressentir depuis le développement de dispositifs de positionnement du type GPS qui ont été mis à la disposition du public. Ces dispositifs publics permettent de fournir des données de positionnement à un utilisateur dans une marge de tolérance qui est de $\pm 150\text{m}$ en altitude et de $\pm 100\text{m}$ à l'horizontale, même s'il est connu d'obtenir dans des applications militaires de bien meilleures précisions.

[0005] Il est à noter que ces imprécisions en X, Y et Z sont dues, entre autres, en partie au brouillage SA (Selective Availability), c'est-à-dire à une dégradation volontaire produite par le fournisseur du système GPS, et par le passage des ondes radio émises par les satellites à travers la ionosphère produisant un scintillement. Ce passage à travers la ionosphère donne une erreur sur l'altitude de $\pm 50\text{m}$.

[0006] A titre informatif, il faut savoir que chaque satellite émet à intervalle régulier un code spécifique (code de GOLD) définissant sa position précisément. Tous les satellites envoient leur propre code en même temps cadencé chacun par une horloge atomique calibrée. Il se peut néanmoins qu'un léger écart de temps puisse se produire entre l'une et l'autre des horloges, car elles n'ont pas été calibrées en même temps avant la mise en orbite de chaque satellite. Toutefois, ces écarts de temps sont insignifiants en rapport aux erreurs de positions calculées des systèmes GPS mis à la disposition du public.

[0007] Tout dispositif récepteur GPS peut recevoir des signaux provenant de satellites en orbite dont la distance au sol peut être entre 20'000 km, lorsqu'un de ces satellites se trouve au Zénith, et 26'000 km, lorsqu'un de ces satellites se trouve en un point de la tangente avec la surface de la Terre.

[0008] Pour de plus amples détails sur la détermination d'une position à l'aide de signaux GPS, le lecteur peut se reporter à l'article de M. Pierre-Yves Gillieron publié dans le Flash Informatique n° FI 5 du 9 juin 1998 (Bulletin SSC n°28 de 1998).

[0009] La combinaison d'un altimètre avec un récepteur GPS dans un tel dispositif donne l'avantage de fournir des valeurs plus précises en altitude que celles calculées uniquement par le récepteur GPS en fonction des ondes radio qu'il a reçues, pour autant que l'altimètre ait été préalablement calibré à une hauteur connue.

[0010] A titre d'exemple et en référence à la figure 1, le document US 5,210,540 décrit un tel dispositif pour la détermination de la position horizontale X, Y et de l'altitude Z. Pour ce faire, le dispositif 1 comprend un récepteur GPS 3 recevant à une antenne 2 des ondes radio 2a émises par plusieurs satellites, un altimètre à capteur de pression 4 calculant une valeur d'altitude en fonction d'une mesure de pression, une unité de traitement 5 recevant des données de position du récepteur GPS 3 et de l'altimètre 4 afin de traiter les données reçues pour pouvoir afficher une position en X, Y et Z sur un moyen d'affichage 9, et des moyens de mémorisation 6 comprenant des données cartographiques. Dans l'unité de traitement 5 est prévu un calibrateur 7 pour pouvoir calibrer la hauteur fournie par l'altimètre afin de pouvoir utiliser cette valeur de référence pour la détermination de position subséquente. Dans ce cas, le récepteur GPS se contente de ne calculer que les données correspondant aux positions X et Y, et donc de passer d'un mode tridimensionnel à un mode bidimensionnel.

[0011] Un inconvénient d'un tel dispositif qui est destiné à équiper un véhicule dans le but de donner des informations de navigation réside essentiellement dans le fait qu'il consomme beaucoup d'énergie électrique. Néanmoins, ce dispositif peut tout à fait être alimenté par la batterie du véhicule sans pour autant nuire à sa fourniture d'énergie à d'autres parties électriques du véhicule. Par contre, un tel dispositif ne peut pas être utilisé dans un appareil à faible consommation, tel qu'un téléphone portable ou une montre-bracelet.

[0012] Aucune précaution n'est donc prise quant à la consommation électrique du dispositif, ce qui fait qu'il est habituel de doter un tel dispositif de microprocesseurs du type 32-bit par exemple pour pouvoir améliorer les opérations de calcul et réduire le temps de calcul. Il faut savoir que le récepteur GPS doit opérer de multiples itérations pour le calcul des données de positions, par exemple de 10 à 15 itérations. Toutefois, aucun moyen n'est prévu pour faciliter les opérations de calcul des microprocesseurs.

[0013] Un but que se propose de résoudre l'objet de

l'invention consiste en un dispositif pour la détermination des positions horizontale et verticale dans lequel un altimètre à capteur de pression calibré à une hauteur initiale prédéterminée pour la mesure de la hauteur est utilisé en combinaison avec des données fournies par le récepteur GPS afin de pallier les inconvénients des dispositifs de l'art antérieur.

[0014] Un autre but que se propose de résoudre l'objet de l'invention consiste en un procédé de détermination des positions horizontale et verticale pour la mise en action dudit dispositif.

[0015] Un autre but que se propose de résoudre l'objet de l'invention consiste en une utilisation du dispositif pour pouvoir évaluer les prévisions météorologiques.

[0016] Ces buts, ainsi que d'autres sont atteints à l'aide du dispositif décrit ci-devant qui se caractérise en ce que l'unité de traitement envoie au récepteur GPS un signal correspondant à la valeur de hauteur de l'altimètre calibré pour permettre à des moyens de calcul du récepteur de déterminer, à l'aide de la valeur de hauteur, les données de positions du dispositif.

[0017] Ces buts, ainsi que d'autres sont également atteints à l'aide du procédé pour la mise en action du dispositif qui se caractérise en ce qu'il comprend les étapes de calibrer l'altimètre à capteur de pression à une hauteur initiale prédéterminée à l'aide de données traitées et fournies par l'unité de traitement, transmettre une valeur de hauteur de l'altimètre calibré à l'unité de traitement, envoyer un signal correspondant à la valeur de hauteur de l'altimètre calibré de l'unité de traitement vers le récepteur GPS pour permettre au récepteur de déterminer, à l'aide de la valeur de hauteur, les données de positions en fonction des ondes radio reçues de plusieurs satellites, et transmettre les données de positions calculées par le récepteur vers l'unité de traitement afin qu'elles soient traitées et affichées sur des moyens d'affichage.

[0018] Enfin, ces buts, ainsi que d'autres sont également atteints grâce à l'utilisation du dispositif pour l'évaluation des conditions météorologiques qui se caractérise en ce que l'altimètre à capteur de pression calibré à une hauteur initiale prédéterminée est agencé pour fournir, à une hauteur équivalente à une hauteur mémorisée dans une période de temps précédente, des variations de pression converties en variations de hauteur transmises à l'unité de traitement pour qu'elle détermine des conditions météorologiques à afficher.

[0019] Un avantage du dispositif pour la détermination des positions horizontale et verticale selon l'invention réside en ce qu'il consomme peu d'énergie électrique grâce notamment à la réduction du temps de calcul dans le récepteur GPS avec la donnée d'altitude précise fournie, dans une boucle retour, par l'unité de traitement sur la base de la valeur précise de hauteur provenant de l'altimètre calibré, et à l'emploi de microprocesseurs à faible consommation tels que des microprocesseurs 8-bit.

[0020] Si on apporte une valeur de hauteur précise

au récepteur par la boucle retour provenant de l'unité de traitement, le récepteur pourra ainsi faire moins d'itérations dans les opérations de calcul pour converger plus rapidement vers les données de positions à fournir à l'unité de traitement.

[0021] Etant donné l'emploi de tels microprocesseurs 8-bit, il se peut qu'en l'absence de la fourniture de la valeur précise de hauteur provenant de l'altimètre, les multiples itérations des opérations de calcul conduisent en une détermination imprécise des positions horizontale et verticale. Cette imprécision provient du phénomène des « cycles limites » où le dispositif converge vers une valeur fautive par exemple dans le cas où une impulsion d'horloge lors du calcul a été perdue. Ce phénomène est bien connu dans le domaine de l'électronique.

[0022] L'erreur de calcul fournit un résultat erroné qui peut être bien supérieur à l'imprécision inhérente aux dispositifs récepteurs GPS, par exemple une erreur supérieure à $\pm 150\text{m}$ pour une position verticale. En facilitant les opérations de calcul du récepteur par l'apport de la valeur précise de hauteur, une convergence plus rapide vers la solution permet donc d'éviter ce phénomène des cycles limites.

[0023] La faible consommation d'énergie électrique permet ainsi d'envisager une intégration de tous les éléments du dispositif, alimentés par une batterie ou un accumulateur pour courants faibles, dans une pièce d'horlogerie, telle qu'une montre-bracelet, ou même dans un appareil de petite taille, tel que par exemple un téléphone portable.

[0024] Un autre avantage du dispositif selon l'invention consiste en ce qu'il peut être utilisé pour donner des conditions météorologiques grâce à l'altimètre à capteur de pression. Comme on connaît précisément la hauteur du lieu de départ fournie par des données de la mémoire ou par des valeurs de hauteur enregistrées provenant de l'altimètre précédemment calibré, les variations du capteur de l'altimètre sert à définir les conditions météorologiques pour la journée. Si l'altimètre indique $+50\text{m}$ par exemple, cela signifie une basse pression, par contre s'il indique -50m , cela signifie une haute pression. Bien entendu après que cette information ait été affichée sur les moyens d'affichage, le capteur de l'altimètre nécessite d'être à nouveau calibré à une hauteur prédéterminée précise pour servir, comme précédemment décrit, aux opérations de calcul du récepteur.

[0025] Les buts, avantages et caractéristiques du dispositif et du procédé pour la détermination des positions horizontale et verticale apparaîtront mieux dans la description suivante de formes d'exécution illustrées par les dessins sur lesquels :

- la figure 1 représente un dispositif pour la détermination des positions horizontale et verticale décrit ci-dessus selon l'art antérieur,
- la figure 2 représente schématiquement un dispositif portable pour la détermination des positions ho-

- horizontale et verticale selon l'invention,
- la figure 3 représente de manière plus détaillée le récepteur GPS et la mémoire qui lui est associée du dispositif de la figure 2, et
 - la figure 4 représente de manière plus détaillée l'unité de traitement du dispositif de la figure 2.

[0026] La description suivante ne décrira pas en détail tous les composants ou blocs électroniques que comportent les diverses parties dudit dispositif qui sont connus de l'homme de l'art dans ce domaine de l'électronique, mais, par contre, mentionnera schématiquement lesdits composants nécessaires à l'élaboration d'une forme d'exécution préférée du dispositif objet de l'invention, ainsi que du procédé de mise en action dudit dispositif.

[0027] La figure 2 représente schématiquement le dispositif portable 10 pour la détermination des positions horizontale et verticale, c'est-à-dire selon les axes X, Y et Z. Les positions horizontales sont définies en général par la longitude et la latitude, et la position verticale est définie par la hauteur par rapport au niveau de la mer.

[0028] Le dispositif portable peut être incorporé aussi bien dans une montre-bracelet à garde-temps électronique, dans un téléphone ou dans un autre appareil électronique à la taille humaine qui soit facile à transporter. Dans cette intégration, le dispositif est alimenté par une batterie ou un accumulateur pour courants faibles de la montre, du téléphone ou de l'appareil.

[0029] Le dispositif comprend un récepteur GPS 12 qui reçoit à une antenne 11 des ondes radio provenant de plusieurs satellites 20, des moyens de mémorisation 13 de données cartographiques associés dans ce cas de figure au récepteur GPS 12, un altimètre à capteur de pression 15 destiné à mesurer des variations de pression converties en une valeur de hauteur, une unité de traitement 14 recevant des informations à traiter du récepteur et de l'altimètre, et des moyens d'affichage 16 pour afficher au moins les positions horizontale et verticale traitée par l'unité de traitement.

[0030] Dans le cas où le dispositif 10 est incorporé dans une montre-bracelet à affichage analogique ou digital, tous les composants cités ci-dessus sont en principe fixés sur un support commun qui est un circuit imprimé avec des pistes métalliques reliant chaque composant réalisées sur une ou deux faces d'un substrat isolant et connectant la pile pour l'alimentation électrique. Le support portant tous les composants est logé dans le boîtier de la montre laissant au moins une ouverture vers l'extérieur pour la mesure de la pression par le capteur de l'altimètre.

[0031] Trois satellites suffisent à déterminer précisément les positions horizontale et verticale du dispositif pour autant que l'horloge du récepteur 12 soit synchronisée à celle des horloges atomiques desdits satellites. Dans le cas contraire, il est nécessaire que le récepteur soit branché sur au moins quatre satellites, le quatrième

permettant la mise à jour de la base de temps du récepteur, c'est-à-dire la synchronisation de son horloge interne.

[0032] Cela conduit à une résolution par exemple de quatre équations à quatre inconnues (X, Y, Z ; t) avec les signaux reçus des quatre satellites.

[0033] La détermination de la position est relative à la détermination des intervalles de temps entre les signaux radio reçus par le récepteur de chacun des quatre satellites questionnés qui ont émis en même temps chacun leur message spécifique avec leurs éphémérides (code de GOLD). Le temps de réception de chaque signal radio détermine donc la distance du point de réception au satellite correspondant puisque le code reçu de chacun des satellites contient les informations sur sa position en orbite.

[0034] A titre indicatif, le temps mis par le signal du satellite au récepteur multiplié par la vitesse de la lumière donne la distance qui sépare le récepteur du satellite, ce qui permet à l'aide des quatre satellites de déduire la position du dispositif par rapport aux dits satellites.

[0035] Dans une première phase, l'altimètre 15 du dispositif 10 doit être calibré précisément à une hauteur prédéterminée h afin de pouvoir se baser sur la valeur de hauteur précise donnée par l'altimètre notamment pour les opérations de calcul du récepteur lors d'une utilisation du dispositif comme il sera expliqué de manière plus détaillée ci-dessous en référence à la figure 3.

[0036] Le capteur de pression utilisé dans l'altimètre 15 peut être un capteur piézo-résistif de type connu réalisé sur un élément en silicium micro-usiné ayant une membrane dont une face est exposée à la pression ambiante et l'autre face porte des résistances disposées en pont de Wheatstone. Toute variation de pression crée un déséquilibre du pont donnant une variation de tension entre des bornes de sortie dudit pont. Le capteur peut être du type AM761 qui est commercialisé par la société Intersema Sensoric à Bevaix en Suisse.

[0037] Au moment du départ à une randonnée, l'altimètre à capteur de pression est donc calibré à une hauteur prédéterminée qui provient habituellement du récepteur GPS 12 en association à des données cartographiques précises d'une région d'utilisation du dispositif enregistrées par exemple dans une mémoire 13. La hauteur précise connue de l'endroit de départ tirée par exemple de la mémoire 13 est amenée à l'unité de traitement 14 qui la renvoie à l'altimètre à capteur de pression 15 pour une opération de calibrage.

[0038] Une comparaison est normalement effectuée entre les données de positions calculées par le récepteur GPS et les données précises de plusieurs points de référence d'une carte géographique enregistrées dans ladite mémoire. Si la position horizontale (X, Y) ou les positions horizontale et verticale (X, Y, Z) correspondent à une donnée précise enregistrée, alors au moins la valeur précise de la hauteur tirée de la mémoire est transmise à l'unité pour le calibrage de l'altimètre.

[0039] La mémoire 13 utilisée en association avec le

récepteur GPS 12 est par exemple une mémoire EE-PROM. Dans cette mémoire, il est possible de programmer par voie électrique des données cartographiques d'une région déterminée afin d'avoir dans ladite mémoire des valeurs précises en X, Y et Z d'un endroit de départ ou lors d'une escapade, ou également des courbes de niveaux. Habituellement, c'est la donnée en Z qui est communiquée à l'unité de traitement 14 par le récepteur 12 d'un endroit précis.

[0040] Il peut être envisagé au lieu d'avoir la mémoire fixée sur le support commun à tous les autres composants du dispositif, de prévoir une mémoire sous forme modulaire dédié d'une région spécifique. Le changement de région imposerait donc de changer de module mémoire.

[0041] Bien entendu, le calibrage de l'altimètre à une hauteur prédéterminée peut aussi être effectué de toute autre manière que celle décrite ci-dessus, par exemple en introduisant la valeur de hauteur à l'aide d'un clavier ou par téléchargement directement dans l'unité de traitement.

[0042] Une fois calibré, l'altimètre 15 est destiné à faire des mesures de pression converties en données de hauteur relatives à la hauteur prédéterminée suite au calibrage lors de la randonnée et en fonction des conditions météorologiques, c'est-à-dire pendant une période, par exemple de 5 à 6 heures, où lesdites conditions ne varient pas trop. A titre indicatif, pour une variation de 10 hectoPascal en changement de pression cela correspond à une différence d'altitude de 100m.

[0043] La valeur précise de hauteur h de l'altimètre 15 calibré est transmise à l'unité de traitement 14 qui envoie un signal correspondant à cette valeur de hauteur précise au récepteur GPS 12 afin de lui faciliter les opérations de calcul des données horizontales et verticale comme expliqué ci-dessus. La prise en compte de la hauteur de l'altimètre 15 permet donc de diminuer les itérations du récepteur pour le calcul des valeurs de position X, Y (longitude et latitude) et Z.

[0044] Après calibrage du capteur de l'altimètre 15, le dispositif 10 pourra fournir sur les moyens d'affichage et sur demande, par exemple en pressant sur un bouton de commande dédié du dispositif, ou de manière automatique à intervalles réguliers, la valeur de l'altitude Z, ou h de l'altimètre, et de la position en X et Y (longitude et latitude) par les données du récepteur 12 fournies à l'unité de traitement 14.

[0045] Comme on peut le remarquer sur la figure 2, les signaux transmis à l'unité de traitement 14 provenant du récepteur GPS 12 et de l'altimètre 15 comprennent également des paramètres ou facteur de qualité des données transmises.

[0046] Depuis le récepteur 12, des paramètres de qualité dénommé DOPG définissant une réduction de précision généralisée sont transmises en même temps que les données de positions (X, Y, Z). Ces paramètres sont tirés également des signaux reçus des satellites 20 où ils peuvent être décomposés par exemple en HDOP

pour la position horizontale et en VDOP pour la position verticale. Ces paramètres permettent à l'unité de traitement de savoir quelle est la précision des données de positions calculées par le récepteur. Au cas où ce facteur vaut 20, cela signifie que la précision est mauvaise, par contre si ce facteur s'approche de 1, cela signifie que la précision est bonne. L'unité de traitement transmet cette donnée supplémentaire à afficher sur les moyens d'affichage 16 pour avertir l'utilisateur du dispositif de la qualité de la mesure effectuée.

[0047] Depuis l'altimètre 15, le facteur de qualité QUAL est transmis en même temps que la valeur de hauteur h à l'unité de traitement. Ce facteur peut être par exemple représentatif de la précision de la hauteur fournie par l'altimètre en fonction du temps qui s'écoule depuis le précédent calibrage du capteur de pression dudit altimètre 15. Il a une valeur de 1 juste après le calibrage et décroît de manière quasi linéaire en fonction du temps qui s'écoule dans une période de 5 à 6 heures comme indiqué ci-dessus.

[0048] Dans l'unité de traitement, une comparaison est effectuée entre les paramètres de qualité DOPG et le facteur QUAL. Suite à cette comparaison, si le facteur QUAL est inférieur au paramètre de hauteur des paramètres DOPG, l'unité de traitement peut décider de la nécessité de recalibrer le capteur pour qu'il puisse fournir par la suite une valeur de hauteur basée sur une nouvelle hauteur prédéterminée au récepteur GPS pour toutes les opérations de calcul subséquentes des positions.

[0049] Il est à noter encore que la précision à l'horizontale restera toujours à $\pm 100\text{m}$ même si la hauteur est très précise. Néanmoins, grâce à la boucle retour de la valeur de la hauteur provenant du capteur, le temps des opérations de calcul du récepteur est fortement réduit, d'où une consommation limitée du récepteur.

[0050] A tout moment, lors d'une randonnée, des positions X, Y calculées par le récepteur GPS 12, ainsi que la valeur précise de hauteur peuvent être enregistrées dans la mémoire 13 afin d'augmenter le nombre de points de référence de lieux géographiques répertoriés.

[0051] Le dispositif 10 peut être également utilisé pour évaluer des prévisions météorologiques. A une même altitude connue et enregistrée, toute variation en pression du capteur de pression de l'altimètre 15 par rapport à une valeur de pression d'un précédent calibrage peut refléter les tendances barométriques. L'unité de traitement, dans ce cas, va prendre la valeur de hauteur transmise par l'altimètre et la comparer par rapport à une précédente valeur enregistrée à une même altitude.

[0052] Si la variation de la valeur de hauteur de l'altimètre est positive, cela signifie une tendance à une basse pression. Si la variation de la valeur de hauteur de l'altimètre est négative, par contre, cela signifie une tendance à une haute pression.

[0053] Cette information traitée par l'unité de traitement peut être affichée par le dispositif pour donner une

indication sur les conditions météorologiques à son utilisateur avant de partir pour une randonnée et avant de devoir à nouveau calibrer l'altimètre à une hauteur précise mémorisée. A titre informatif, on peut se reporter à la demande de brevet européenne EP 0 670 532 de la demanderesse décrivant une montre météo.

[0054] Une variation climatique se mesure entre 0,6 à 1,6 mbar/h entre une faible et une forte perturbation climatique, tandis que la mesure d'une variation en altitude est de l'ordre de 30 mbar/h pour une hauteur de 300 m ce qui peut être bien supérieur à la variation climatique lors d'une randonnée. Une fois calibré et pendant une longue période de la journée, la hauteur donnée par l'altimètre peut être considérée comme précise même avec une faible influence de la variation climatique. Par contre au delà d'une journée et avant une autre randonnée, les variations climatiques peuvent être contrôlées par l'unité pour la prévision météorologique du jour à venir.

[0055] La figure 3 représente de manière plus détaillée les blocs électroniques du récepteur GPS associé à des moyens de mémorisation, tels qu'une mémoire EEPROM 13 décrite précédemment en référence à la figure 2.

[0056] Ledit récepteur comprend une antenne 11 pour recevoir les signaux radio à fréquence porteuse de 1,57542 GHz provenant de plusieurs satellites 20, un premier circuit de conversion radio-fréquence 21 recevant les signaux 31 de l'antenne 11 pour opérer une démultiplication de la fréquence des signaux 31 pour fournir des signaux 32 à une fréquence de l'ordre de 180 MHz, un second circuit de conversion 22 recevant les signaux 32 pour opérer une démultiplication de la fréquence des signaux 32 pour fournir des signaux 33 à une fréquence de l'ordre de 4 MHz, un corrélateur 23 recevant les signaux 33 et comprenant une série d'étage de démultiplication pour pouvoir tirer des signaux radio reçus à l'antenne les codes spécifiques de chaque satellite, un microcontrôleur 8-bit 24 en communication avec le corrélateur 23 par les lignes 34 pour recevoir les informations dudit corrélateur et lui imposer des commandes.

[0057] Les données transmises par les lignes 34 du corrélateur 23 au microcontrôleur 24 sont normalement à une fréquence de 50 Hz, alors que le microcontrôleur fonctionne avec un signal d'horloge de l'ordre de 8 MHz et permet également la synchronisation du corrélateur 23. Comme décrit ci-devant, cette base de temps doit être synchronisée à la base de temps des satellites.

[0058] Comme le premier circuit de conversion radio-fréquence 21 consomme plus d'énergie électrique que les autres composants dudit récepteur, il n'est enclenché que pour la réception de chaque signal radio et la transmission au second circuit de conversion.

[0059] Chaque code spécifique des satellites modulé sur la fréquence porteuse de 1,57542 GHz s'appelle code de Gold. Ce code est un code à une fréquence de 1,023MHz (1023 bits) qui se répète toutes les millise-

condes (1ms).

[0060] A la réception du signal GPS, en plus du signal utile, un bruit d'amplitude beaucoup plus importante (+20dB) surpasse le signal qu'on souhaite tiré des signaux GPS. Il est donc nécessaire de connaître quelle doit être la forme du signal à la réception pour pouvoir corréler dans le corrélateur 23 le signal reçu avec un signal utile connu et dès qu'une équivalence apparaît on sait quel est le signal propre du satellite en ayant éliminé ou filtré le bruit. Le signal connu est mémorisé dans le microcontrôleur 24 qui l'envoie au corrélateur 23 pour trouver cette équivalence.

[0061] Le microcontrôleur 24 commande également le corrélateur 23 pour lui imposer de se brancher selon tel canal sur tel ou tel satellite dans la mesure où une communication peut avoir lieu. Si un satellite sur demande du microcontrôleur ne peut être atteint dans un laps de temps le microcontrôleur 24 donne un autre ordre au corrélateur 23 pour pouvoir se brancher sur un autre des satellites à disposition. Plus le nombre de satellites questionné est grand, plus la précision est grande, mais quatre satellites au moins sont indispensables.

[0062] Le microcontrôleur 24 reçoit la valeur de hauteur précise $Z=h$ de l'unité de traitement afin de faciliter les opérations de calcul du récepteur et donc converger plus rapidement vers la solution. Après la détermination des positions horizontale et verticale, une comparaison est effectuée avec les données enregistrées dans la mémoire afin de détecter si les données précises enregistrées correspondent à celles calculées par le récepteur. Les données de positions (X, Y, Z), ainsi que les paramètres de qualité DOPG sont transmis à l'unité de traitement pour être traités et affichés sur les moyens d'affichage.

[0063] Le microcontrôleur 8-bit peut être celui commercialisé sous la dénomination CoolRISC-816 de EM Microelectronic-Marin SA en Suisse.

[0064] En référence à la figure 4, l'unité de traitement pour la gestion des données reçues du récepteur et de l'altimètre est présentée de manière plus détaillée. Elle comprend un bloc d'entrées et de sorties 41 recevant les données du récepteur et de l'altimètre et fournissant en sortie des données d'une part $h=Z$ pour l'altimètre et d'autre part $Z=h$ pour le récepteur, un microprocesseur 42 cadencé à une fréquence de 32 KHz par un bloc oscillateur 43 à quartz 44 et en communication par les lignes 50 avec le bloc 41, une mémoire à programme ROM 45 reliée par des lignes 53 au microprocesseur 42, une mémoire RAM 46 de stockage de données en communication par des lignes 52 avec le microprocesseur 42, un circuit d'entraînement 47 des moyens d'affichage, tels qu'un affichage à cristaux liquides, recevant des informations par les lignes 51 du microprocesseur 42.

[0065] Le bloc d'entrées et de sorties 41 reçoit les données de positions (X, Y, Z) du récepteur GPS, les paramètres de qualité DOPG des données de positions, la valeur de hauteur h de l'altimètre et le facteur de qua-

lité QUAL de l'altimètre. Dans ce bloc commandé par le microprocesseur 42, il peut être prévu un circuit de comparaison notamment entre les paramètres de qualité DOPG et le facteur de qualité QUAL comme décrit ci-dessus.

[0066] Dans la mémoire RAM 46, il peut être stocké par exemple des valeurs de hauteur reçues de l'altimètre calibré ou du récepteur pour pouvoir servir également aux prévisions météorologiques à afficher.

[0067] Le microprocesseur est avantageusement un microprocesseur PUNCH 8-bit fournis par EM Microelectronic-Marin SA en Suisse.

[0068] A partir de la description qui vient d'être faite de multiples variantes de réalisation peuvent être conçues sans sortir du cadre de l'invention à la connaissance de l'homme du métier. Par exemple, au lieu de relier la mémoire qui comprend les données cartographiques au récepteur, il peut être envisageable de la relier à l'unité de traitement. Dans ces conditions, la comparaison avec les données de positions calculées par le récepteur se fera dans l'unité de traitement et non plus dans le récepteur.

Revendications

1. Dispositif portable pour la détermination des positions horizontale et verticale comprenant un altimètre (15) à capteur de pression calibré à une hauteur initiale prédéterminée, un récepteur de signaux GPS (12) agencé pour recevoir des signaux provenant de plusieurs satellites (20) afin de calculer des données de positions du dispositif (10), une unité de traitement (14) recevant les données de positions du récepteur (12) et une valeur de hauteur de l'altimètre (15) basée sur des mesures de pression du capteur de pression par rapport à la hauteur prédéterminée, et des moyens d'affichage (16) des positions horizontale et verticale du dispositif traitées et fournies par l'unité de traitement, **caractérisé en ce que** l'unité de traitement (14) envoie au récepteur GPS (12) un signal ($Z=h$) correspondant à la valeur de hauteur de l'altimètre (15) calibré pour permettre à des moyens de calcul du récepteur (12) de déterminer, à l'aide de la valeur de hauteur, les données de positions du dispositif.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** des moyens de mémorisation (13) comprenant des données cartographiques d'une région sont associés au récepteur GPS (12) pour lui permettre de fournir à l'unité de traitement (14) des données de positions précises au cas où la position calculée par ledit récepteur correspond à un point géographique enregistré dans lesdits moyens de mémorisation.

3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en**

ce que les moyens de mémorisation (13) sont une mémoire non volatile du type EEPROM dans laquelle les données cartographiques sont introduites et effacées électriquement.

4. Dispositif selon l'une des revendications 2 et 3, **caractérisé en ce que** les moyens de mémorisation (13) comprenant les données cartographiques d'une région sont incorporés dans un module détachable dudit dispositif afin de pouvoir changer ledit module en fonction d'une région géographique déterminée d'utilisation dudit dispositif.

5. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le récepteur (12) et l'unité de traitement (14) comprennent chacun un microcontrôleur à 8-bit (24, 42).

6. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** le récepteur (12), l'altimètre (15), l'unité de traitement (14) et les moyens de mémorisation (13) sont fixés sur un même support et alimentés par une batterie ou un accumulateur.

7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est incorporé dans une pièce d'horlogerie, notamment une montre-bracelet, ou dans un téléphone portable.

8. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le récepteur (12) est agencé pour envoyer à l'unité de traitement (14), en plus des données de position (X, Y, Z), des paramètres de qualité (DOPG) tirés des ondes radio émises par les satellites (20) pour que l'unité de traitement (14) puisse déterminer la précision des données de positions reçues du récepteur.

9. Procédé pour la détermination des positions horizontale et verticale pour la mise en action du dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend les étapes de :

- calibrer l'altimètre (15) à capteur de pression à une hauteur initiale prédéterminée à l'aide de données traitées et fournies par l'unité de traitement (14),
- transmettre une valeur de hauteur de l'altimètre (15) calibré à l'unité de traitement (14),
- envoyer un signal ($Z=h$) correspondant à la valeur de hauteur de l'altimètre (15) calibré de l'unité de traitement (14) vers le récepteur GPS (12) pour permettre au récepteur de déterminer, à l'aide de la valeur de hauteur, les données de positions en fonction des ondes radio reçues de plusieurs satellites (20), et
- transmettre les données de positions calculées par le récepteur (12) vers l'unité de traitement

(14) afin qu'elles soient traitées et affichées sur des moyens d'affichage (16).

10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les données pour le calibrage de l'altimètre (15) à une hauteur précise prédéterminée sont tirées de moyens de mémorisation (13) comprenant des données cartographiques d'une région et associés au récepteur GPS (12) pour la transmission à l'unité de traitement (14). 5 10
11. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'en plus** des données de position, le récepteur (12) transmet des paramètres de qualité (DOPG) tirés des ondes radio reçues des satellites (20) pour que l'unité de traitement (14) puisse déterminer la précision des données de position reçues du récepteur. 15
12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'en plus** de la valeur de hauteur, l'altimètre (15) transmet à l'unité de traitement (14) un facteur de qualité (QUAL) de ladite valeur de hauteur, et en ce qu'une comparaison entre les paramètres de qualité (DOPG) du récepteur et le facteur de qualité (QUAL) de l'altimètre est opérée dans l'unité afin de déterminer les positions horizontale et verticale précises à afficher. 20 25
13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** l'altimètre (15) est à nouveau calibré à une hauteur prédéterminée si le résultat de la comparaison montre que les paramètres de qualité (DOPG) provenant du récepteur sont meilleurs que le facteur de qualité (QUAL) provenant de l'altimètre. 30 35
14. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'en un même lieu** à hauteur mémorisée, les variations de pression du capteur de l'altimètre (15) converties en variations de hauteur servent à déterminer dans l'unité de traitement (14) des conditions météorologiques à afficher, l'altimètre étant calibré par la suite à la hauteur mémorisée. 40
15. Utilisation du dispositif selon la revendication 1 pour l'évaluation de conditions météorologiques, **caractérisé en ce que** l'altimètre (15) à capteur de pression calibré à une hauteur initiale prédéterminée est agencé pour fournir, à une hauteur équivalente à une hauteur mémorisée dans une période de temps précédente, des variations de pression converties en variations de hauteur transmises à l'unité de traitement (14) pour qu'elle détermine des conditions météorologiques à afficher. 45 50 55

Fig. 1
(ART ANTERIEUR)

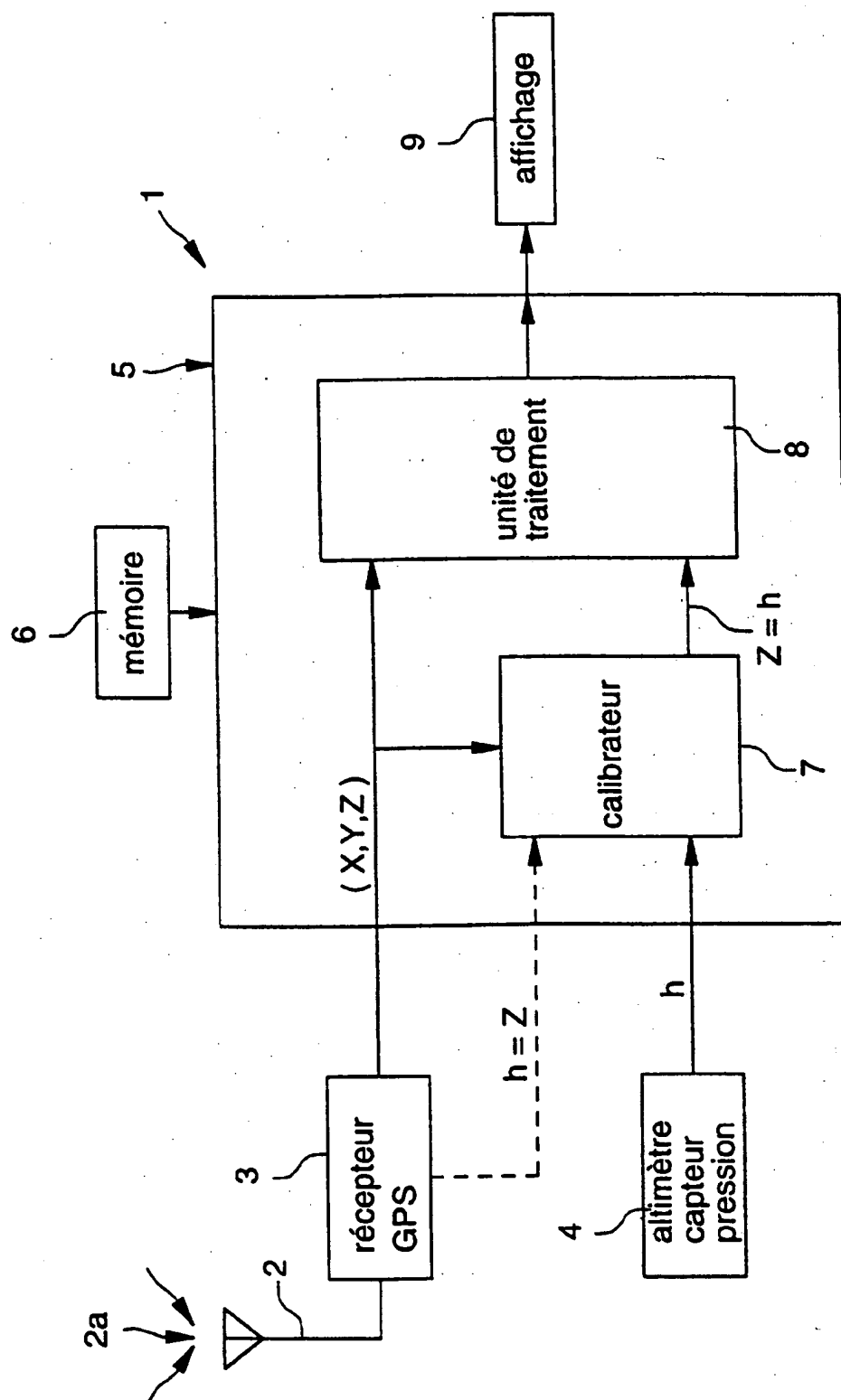


Fig. 2

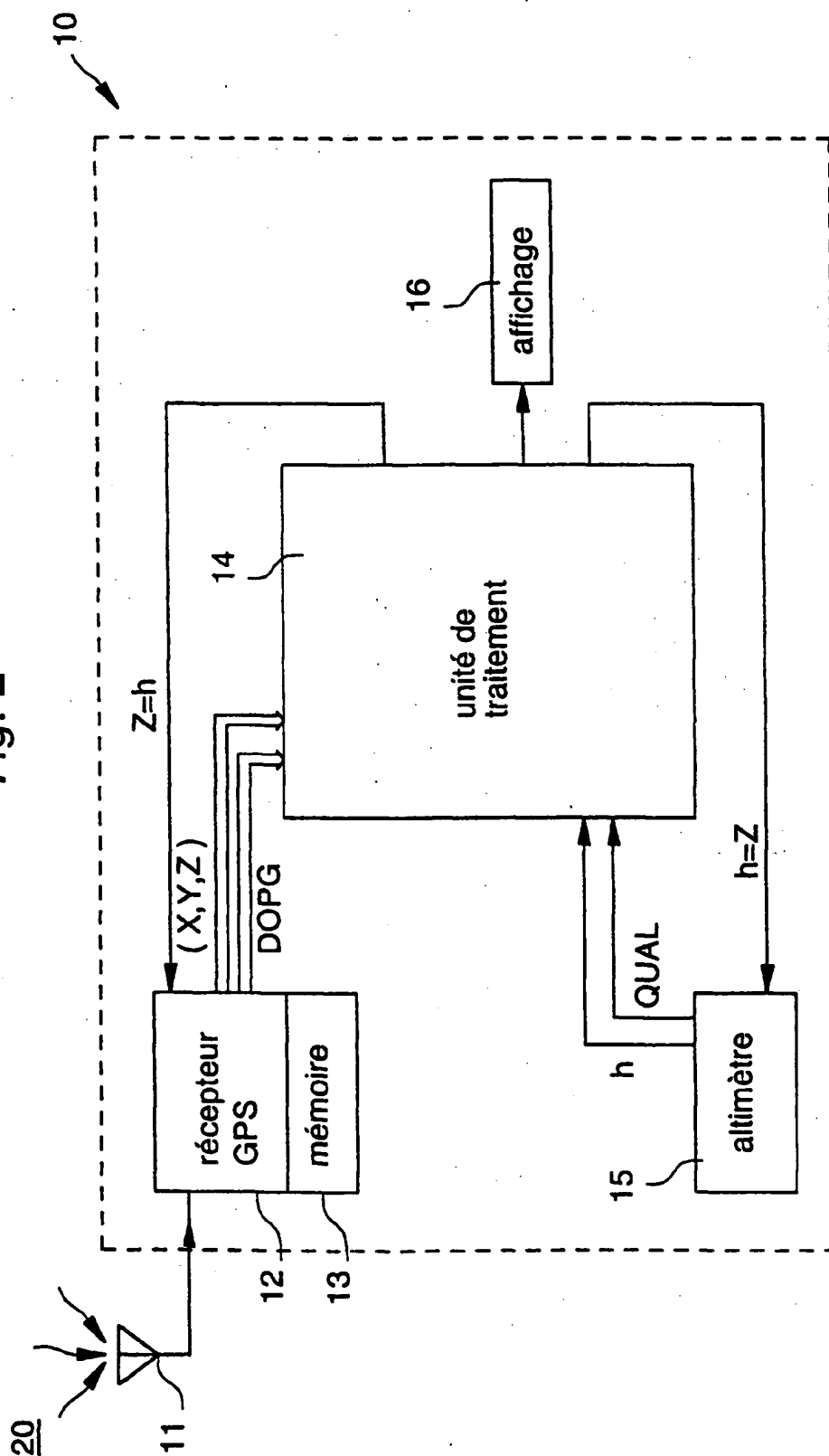


Fig. 3

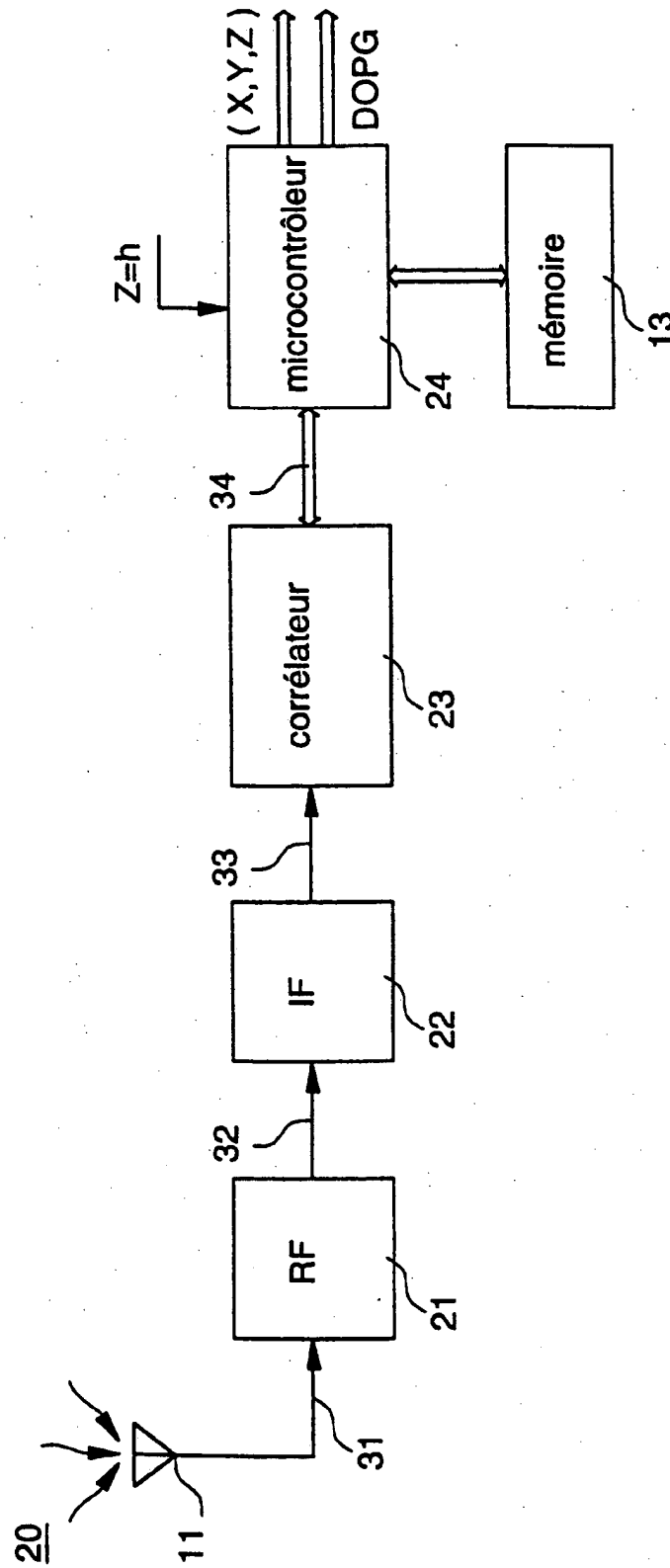
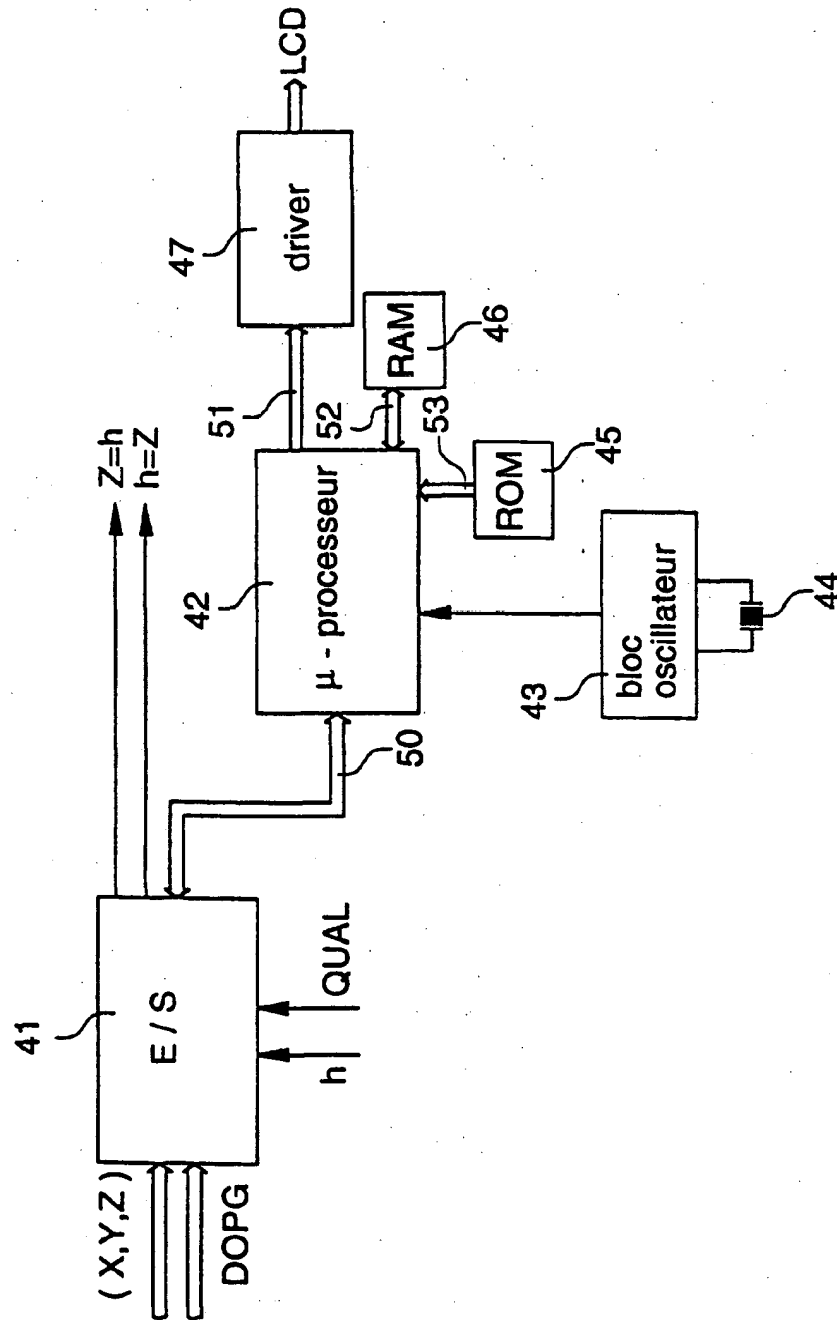


Fig. 4





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 00 20 1021

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	US 5 646 857 A (MCBURNEY ET AL) 8 juillet 1997 (1997-07-08)	1,6,8,9, 11,12	G01C5/06 G01S5/14
Y	* le document en entier *	2,3,7,10 15	
A			
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 11, 30 septembre 1999 (1999-09-30) & JP 11 166827 A (SEIKO INSTRUMENTS INC), 22 juin 1999 (1999-06-22) * abrégé *	2,3,7,10	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 10, 31 octobre 1997 (1997-10-31) & JP 09 145814 A (HARADA IND CO LTD), 6 juin 1997 (1997-06-06) * abrégé *	4	
D,A	US 5 210 540 A (MASUMOTO YUTAKA) 11 mai 1993 (1993-05-11) * le document en entier *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
D,A	EP 0 670 532 A (ASULAB SA) 6 septembre 1995 (1995-09-06) * le document en entier *	1	G01C G01S
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 22 août 2000	Examineur Hoekstra, F
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire</p> <p>T : thèse ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 03.02 (P04020)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 00 20 1021

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

22-08-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5646857 A	08-07-1997	US 6055477 A	25-04-2000
JP 11166827 A	22-06-1999	AUCUN	
JP 09145814 A	06-06-1997	US 5889493 A	30-03-1999
US 5210540 A	11-05-1993	JP 4369492 A	22-12-1992
		DE 4219929 A	24-12-1992
		GB 2256987 A, B	23-12-1992
EP 0670532 A	06-09-1995	CH 685659 A	15-09-1995
		CN 1108770 A	20-09-1995
		DE 69511600 D	30-09-1999
		DE 69511600 T	16-03-2000
		JP 7260960 A	13-10-1995
		US 5500835 A	19-03-1996

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82